

A2

**BATTERY CONDITION DETECTION DEVICE**

Patent Number: JP2000323183  
Publication date: 2000-11-24  
Inventor(s): KIKUCHI YOSHITERU; ISHIOROSHI AKIO  
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP  
Requested Patent: ☐ JP2000323183  
Application Number: JP19990130339 19990511  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01M10/48; G01R31/36  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect an electromotive force and an internal resistance as a more accurate condition of the secondary battery.

**SOLUTION:** A current I, a voltage V and a temperature T are sampled for a predetermined time and the current I sampled is integrated to determine the maximum accumulated electric energy Qmax and the minimum accumulated electric energy Qmin (S102-S114). A straight line approximation solution of the current I and the voltage V sampled when all of test whether or not a variation width of the accumulated state using a deviation  $\Delta Q$  of the maximum accumulated electric energy Qmax and the minimum accumulated electric energy Qmin is within a predetermined range (S116, S118), a test whether or not a distribution of the current I is a predetermined distribution or more (S120, S122) and a test whether or not all temperatures T are predetermined temperatures or more (S124, S126) are proper is determined, an electromotive force is calculated from the intercept and an internal resistance is calculated from the inclination (S128). As a result, the electromotive force and the internal resistance as the battery condition can be accurately detected.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-323183  
(P2000-323183A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 M 10/48

H 0 1 M 10/48

P 2 G 0 1 6

G 0 1 R 31/36

G 0 1 R 31/36

A 5 H 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-130339

(22) 出願日 平成11年5月11日 (1999. 5. 11)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 菊池 義晃

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 石下 晃生

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

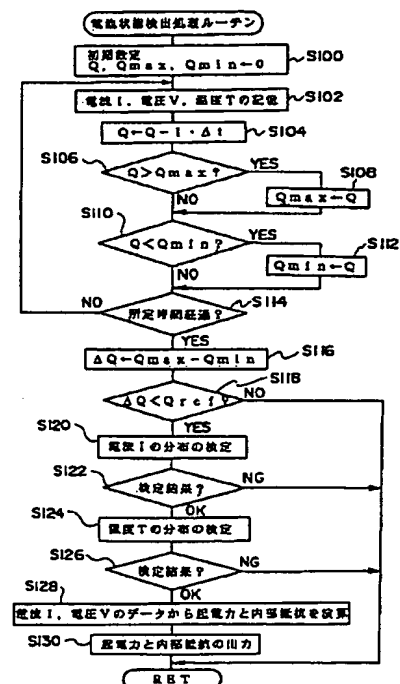
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池状態検出装置

(57) 【要約】

【課題】 より正確な二次電池の状態としての起電力や内部抵抗を検出する。

【解決手段】 所定時間に亘って電流  $I$  と電圧  $V$  と温度  $T$  とをサンプリングすると共にサンプリングした電流  $I$  を積算してその間の最大蓄電量  $Q_{max}$  と最小蓄電量  $Q_{min}$  とを求める (S102~S114)。最大蓄電量  $Q_{max}$  と最小蓄電量  $Q_{min}$  との偏差  $\Delta Q$  を用いる蓄電状態の変動幅が所定範囲内か否かの検定 (S116, S118)、電流  $I$  の分布が所定分布以上であるか否かの検定 (S120, S122)、温度  $T$  のすべてが所定温度以上であるか否か又は温度  $T$  の分布が所定分布以下であるかの検定 (S124, S126) のすべてが適正なときにサンプリングした電流  $I$  と電圧  $V$  との直線近似解を求め、その切片から起電力を、その傾きから内部抵抗を算出する (ステップ S128)。この結果、精度よく電池状態としての起電力と内部抵抗とを検出することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力を消費または回生する負荷に接続された二次電池の状態を検出する電池状態検出装置であって、  
前記二次電池の端子間電圧を検出する電圧検出手段と、  
前記二次電池の端子を流れる電流を検出する電流検出手段と、  
同じタイミングで前記電圧検出手段により検出された電圧と前記電流検出手段により検出された電流とを対のデータとして所定時間に亘って複数記憶するデータ記憶手段と、  
前記タイミングで前記電流検出手段により検出された電流を前記所定時間に亘って積算すると共に該所定時間内における前記電流の積算値の変動幅を演算する電流積算値変動幅演算手段と、  
該演算された前記積算値の変動幅が所定幅未満のとき、  
前記記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて前記二次電池の状態を演算する状態演算手段とを備える電池状態検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の電池状態検出装置であって、  
前記タイミングで所定時間に亘って前記電流検出手段により検出された電流の分布を演算する電流分布演算手段を備え、  
前記状態演算手段は、前記電流分布演算手段により演算された前記電流の分布が所定電流分布を越えて分布しているとき、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて前記二次電池の状態を演算する手段である電池状態検出装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の電池状態検出手段であって、  
前記二次電池の温度を検出する温度検出手段と、  
前記所定時間に亘って前記温度検出手段により検出された前記二次電池の温度の分布を演算する温度分布演算手段とを備え、  
前記状態演算手段は、前記温度分布演算手段により演算された前記温度の分布が所定温度分布の範囲内で分布しているとき、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて前記二次電池の状態を演算する手段である電池状態検出装置。

【請求項4】 前記状態演算手段は、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータから電圧と電流との直線関係の近似解を演算し、該演算した近似解から前記二次電池の状態として内部抵抗と起電力の少なくとも一方を演算する手段である請求項1ないし3いずれか記載の電池状態検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電池状態検出装置に関し、詳しくは、電力を消費または回生する負荷に接

続された二次電池の状態を検出する電池状態検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の電池状態検出装置としては、所定時間に亘って検出した二次電池の端子間電圧と電流とに基づいて内部抵抗と起電力とを求めるものが提案されている（例えば、特開平8-62310号公報など）。この装置では、所定時間に亘って検出した電圧と電流とから電圧と電流との直線関係の近似解を求め、この近似解から二次電池の内部抵抗と起電力とを求めている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうした電池状態検出装置では、妥当な二次電池の内部抵抗と起電力を求めることができない場合を生じるという問題があった。電圧と電流との直線関係は、二次電池の蓄電状態（SOC）の変化に伴って変わる。したがって、所定時間に亘って二次電池の蓄電状態がほぼ一定の状態を維持していれば、電圧と電流との直線関係は変わらないからその間に検出した電圧と電流とにより妥当な内部抵抗と起電力とを求めることができるが、所定時間内に二次電池の蓄電状態が変化すると電圧と電流との直線関係が変化して妥当な内部抵抗と起電力とを求めることができなくなってしまう。また、所定時間内に電流がほとんど変化しないときには、妥当な直線関係を求めることができず、妥当な内部抵抗と起電力とを求めることができない。さらに、通常、二次電池は温度特性を有するから、所定時間内に二次電池の温度が変化するときにも妥当な内部抵抗と起電力とを求めることができない。

【0004】本発明の電池状態検出装置は、より正確な二次電池の状態を検出することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の電池状態検出装置は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0006】本発明の電池状態検出装置は、電力を消費または回生する負荷に接続された二次電池の状態を検出する電池状態検出装置であって、前記二次電池の端子間電圧を検出する電圧検出手段と、前記二次電池の端子を流れる電流を検出する電流検出手段と、同じタイミングで前記電圧検出手段により検出された電圧と前記電流検出手段により検出された電流とを対のデータとして所定時間に亘って複数記憶するデータ記憶手段と、前記タイミングで前記電流検出手段により検出された電流を前記所定時間に亘って積算すると共に該所定時間内における前記電流の積算値の変動幅を演算する電流積算値変動幅演算手段と、該演算された前記積算値の変動幅が所定幅未満のとき、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて前記二次電池の状態を演算する状態演算手段とを備えることを要旨とする。

【0007】この本発明の電池状態検出装置では、所定時間内における電流の積算値の変動幅が所定幅未満のときに、記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて二次電池の状態を演算する。電流の積算値は、二次電池の蓄電状態（SOC）を反映するものであり、前述したように、二次電池の蓄電状態が大きく変動するときには二次電池の状態も変動する。したがって、本発明の電池状態検出装置では、二次電池の蓄電状態が所定範囲内のときに二次電池の状態を演算することになるから、二次電池の妥当な状態を演算することができる。

【0008】こうした本発明の電池状態検出装置において、前記タイミングで記所定時間に亘って前記電流検出手段により検出された電流の分布を演算する電流分布演算手段を備え、前記状態演算手段は、前記電流分布演算手段により演算された前記電流の分布が所定電流分布を越えて分布しているとき、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて前記二次電池の状態を演算する手段であるものとする。こうすれば、電圧と電流の関係をより的確に判断することができ、より適正な二次電池の状態を演算することができる。

【0009】また、本発明の電池状態検出装置において、前記二次電池の温度を検出する温度検出手段と、前記所定時間に亘って前記温度検出手段により検出された前記二次電池の温度の分布を演算する温度分布演算手段とを備え、前記状態演算手段は、前記温度分布演算手段により演算された前記温度の分布が所定温度分布の範囲内で分布しているとき、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータに基づいて前記二次電池の状態を演算する手段であるものとする。こうすれば、二次電池が温度特性を有しても、適正な状態を演算することができる。

【0010】さらに、本発明の電池状態検出装置において、前記状態演算手段は、前記記憶手段により記憶された複数の対のデータから電圧と電流との直線関係の近似解を演算し、該演算した近似解から前記二次電池の状態として内部抵抗と起電力の少なくとも一方を演算する手段であるものとする。こうすれば、

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である二次電池の状態検出装置20を負荷12により電力を消費または回生されている二次電池10に取り付けた際の構成の概略を示す構成図である。実施例の二次電池の状態検出装置20は、図示するように、二次電池10の端子間電圧Vを検出する電圧計22と、二次電池10や負荷12に流れる電流Iを検出する電流計24と、二次電池10の温度Tを検出する温度センサ26と、二次電池10の起電力OCVと内部抵抗Rとを演算する電子制御ユニット30と、表示装置としてのLED40とを備え

る。

【0012】電子制御ユニット30は、CPU32を中心として構成されたワンチップマイクロプロセッサとして構成されており、処理プログラムを記憶したROM34と、一時的にデータを記憶するRAM36と、タイマ38と、入出力ポート（図示せず）とを備える。この電子制御ユニット30には、電圧計22からの電圧Vや電流計24からの電流I、温度センサ26からの温度Tなどが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット30からは、LED40への表示信号などが出力ポートを介して出力されている。

【0013】次に、こうして構成された実施例の二次電池の状態検出装置20の動作について説明する。図2は、実施例の二次電池の状態検出装置20の電子制御ユニット30で実行される電池状態として二次電池10の起電力OCVと内部抵抗Rとを検出する電池状態検出処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、負荷12により電力が消費または回生されている間、所定時間毎（例えば、10分毎）に繰り返し実行される。

【0014】この電池状態検出処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット30のCPU32は、まず、初期設定として蓄電量Qや最大蓄電量Qmax、最小蓄電量Qminに値0をセットする処理を実行する（ステップS100）。続いて、電流計24により検出される電流Iと電圧計22により検出される電圧Vと温度センサ26により検出される温度Tとを読み込んでRAM36の所定領域に記憶し（ステップS102）、読み込んだ電流Iを用いて次式（1）により蓄電量Qを積算する処理を実行する（ステップS104）。ここで、式（1）の右辺第2項のマイナスは、二次電池10から放電されているときの電流を正とし、蓄電量Qは二次電池10が充電されるときを正としていることによる。また、 $\Delta t$ は、図2のルーチンのステップS102～S114を繰り返す際の時間であり、電流Iや電圧V、温度Tをサンプリングする間隔である。

【0015】 $Q \leftarrow Q - I \cdot \Delta t$  (1)

【0016】こうして蓄電量Qが積算されると、蓄電量Qと最大蓄電量Qmaxとを比較し（ステップS106）、蓄電量Qが最大蓄電量Qmaxより大きいときには、最大蓄電量Qmaxに蓄電量Qを代入して最大蓄電量Qmaxを更新する（ステップS108）。同様に蓄電量Qと最小蓄電量Qminとを比較し（ステップS110）、蓄電量Qが最小蓄電量Qminより小さいときには、最小蓄電量Qminに蓄電量Qを代入して最小蓄電量Qminを更新する（ステップS112）。そして、始めて電流Iや電圧V、温度Tのサンプリングから所定時間経過したかを判定し（ステップS114）、所定時間経過していないときには、ステップS102の電流Iや電圧V、温度Tのサンプリング処理に戻る。な

お、所定時間経過したか否かはタイマ38による計時により判断することができる。

【0017】所定時間経過したときには、最大蓄電量 $Q_{max}$ と最小蓄電量 $Q_{min}$ との偏差 $\Delta Q$ を求め（ステップS116）、求めた偏差 $\Delta Q$ を閾値 $Q_{ref}$ と比較する（ステップS116）。ここで、閾値 $Q_{ref}$ は、二次電池10の内部抵抗 $R$ や起電力OCVを算出するためにサンプリングした間に二次電池10の蓄電状態SOCが大きく変動しなかったことを検定するためのものであり、二次電池10の特性や求められる内部抵抗 $R$ や起電力OCVの精度により定められる。

【0018】ここで、電流 $I$ や電圧 $V$ 、起電力OCV、内部抵抗 $R$ 、蓄電状態SOCの関係について若干説明する。図3は蓄電状態SOCが一定のときの電流 $I$ 、電圧 $V$ 、起電力OCV、内部抵抗 $R$ の関係を例示する説明図であり、図4は蓄電状態SOCと起電力OCVとの関係の一例を示すグラフである。図3に示すように、蓄電状態SOCが一定のときには、電流 $I$ と電圧 $V$ とは直線関係にあり、電圧 $V$ の軸との交点の電圧 $V$ の値、即ち切片が起電力OCVであり、直線の傾きが内部抵抗 $R$ になる。一方、図4に示すように、蓄電状態SOCが大きくなるにしたがって、起電力OCVは大きくなるが、その関係は直線関係にない。したがって、電流 $I$ や電圧 $V$ をサンプリングする間に蓄電状態SOCが大きく変化すれば、起電力OCVも大きく変化するから、サンプリングした電流 $I$ や電圧 $V$ には精度のよい直線関係を得ることができない。図5にサンプリング中の蓄電状態SOCの変動が小さいときの電流 $I$ と電圧 $V$ との関係の一例を示し、図6にサンプリング中の蓄電状態SOCの変動が大きいときの電流 $I$ と電圧 $V$ との関係の一例を示す。図5および図6における「x」印は、電流 $I$ と電圧 $V$ のサンプリング点である。

【0019】こうした蓄電状態SOCと起電力OCVや内部抵抗 $R$ との関係から明らかなように、精度よく起電力OCVや内部抵抗 $R$ を検出するには、サンプリング中の蓄電状態SOCの変動は小さい方がよい。図2のルーチンのステップS116で求めた偏差 $\Delta Q$ は、サンプリング中に二次電池10に蓄えられる最大蓄電量 $Q_{max}$ と最小蓄電量 $Q_{min}$ との偏差であるから、蓄電状態SOCの変動を表わすことになる。したがって、ステップS118の処理は、この蓄電状態SOCの変動の程度を検定する処理となる。偏差 $\Delta Q$ が閾値 $Q_{ref}$ 以上のときには、サンプリング中の蓄電状態SOCの変動が大きいと判断し、起電力OCVや内部抵抗 $R$ を演算せずに、本ルーチンを終了する。

【0020】一方、偏差 $\Delta Q$ が閾値 $Q_{ref}$ 未満のときには、サンプリング中の蓄電状態SOCの変動は小さかったと判断し、サンプリングした電流 $I$ の分布の検定の処理を実行する（ステップS120、S122）。図3や図5、図6から解るように、電流 $I$ と電圧 $V$ との直線

関係を精度よく求めるためには、サンプリング点の電流 $I$ や電圧 $V$ の分布は大きい方がよい。したがって、このステップS120の電流 $I$ の分布の検定処理は、電流 $I$ の最低値と最大値の偏差が所定値以上となっていることを検定する処理やサンプリングした電流 $I$ の分散を求めて所定の分散以上に分散していることを検定する処理などによって行なわれる。電流 $I$ の分布の検定結果が不適正なときには、精度よく起電力OCVや内部抵抗 $R$ を求めることはできないと判断し、本ルーチンを終了する。

【0021】電流 $I$ の分布の検定結果が適正なときには、サンプリングした温度 $T$ の分布の検定の処理を実行する（ステップS124、S126）。二次電池10と温度 $T$ と内部抵抗 $R$ との関係の一例を図7に示す。図示するように、二次電池10の温度 $T$ が上昇するに伴って内部抵抗 $R$ は小さくなり、その変化率も小さくなる。したがって、二次電池10が所定温度 $T_{ref}$ より高い温度になると、若干の変化はあるが、ほぼ同一の内部抵抗 $R$ の値となる。したがって、ステップS124の温度 $T$ の分布の検定処理は、サンプリングした温度 $T$ のすべてが所定温度 $T_{ref}$ 以上であることを検定する処理や、温度 $T$ の最大値と最小値との偏差が所定値以内にあるかを検定する処理などによって行なわれる。温度 $T$ の分布の検定結果が不適正なときには、精度よく起電力OCVや内部抵抗 $R$ を求めることはできないと判断し、本ルーチンを終了する。

【0022】温度 $T$ の分布の検定結果が適正なときには、サンプリングした電流 $I$ と電圧 $V$ とから直線近似解を求め、その切片から起電力OCVを、その傾きから内部抵抗 $R$ を求め（ステップS128）、これらを出して（ステップS130）、本ルーチンを終了する。なお、実施例では、電流 $I$ と電圧 $V$ の直線近似解は、最小自乗法によって求めた。

【0023】以上説明した実施例の二次電池の状態検出装置20によれば、蓄電状態SOCの変動や電流 $I$ の分布、温度 $T$ の分布に基づくことにより、二次電池10の電池状態としての起電力OCVや内部抵抗 $R$ を精度よく検出することができる。

【0024】実施例の二次電池の状態検出装置20では、蓄電状態SOCの変動の検定と電流 $I$ の分布の検定と温度 $T$ の分布の検定とをこの順に行なったが如何なる順で行なってもよい。また、実施例の二次電池の状態検出装置20では、蓄電状態SOCの変動の検定と電流 $I$ の分布の検定と温度 $T$ の分布の検定とを、すべて行なうものとしたが、若干の検出精度が低下するものの、3つの検定のうちいずれか二つ或いはいずれか一つを行なうものとしても差し支えない。

【0025】実施例の二次電池の状態検出装置20では、蓄電状態SOCの変動の検定や電流 $I$ の分布の検定、温度 $T$ の分布の検定のいずれかが不適正なときには、図2の電池状態検出ルーチンを終了するものとした。

が、ステップS100に戻ってサンプリングをやり直すものとしてもよい。

【0026】以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である二次電池の状態検出装置20を負荷12により電力を消費または回生されている二次電池10に取り付けた際の構成の概略を示す構成図である。

【図2】 実施例の二次電池の状態検出装置20の電子制御ユニット30で実行される電池状態検出処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図3】 蓄電状態SOCが一定のときの電流I、電圧V、起電力OCV、内部抵抗Rの関係を例示する説明図

である。

【図4】 蓄電状態SOCと起電力OCVとの関係の一例を示すグラフである。

【図5】 サンプリング中の蓄電状態SOCの変動が小さいときの電流Iと電圧Vとの関係の一例を示す説明図である。

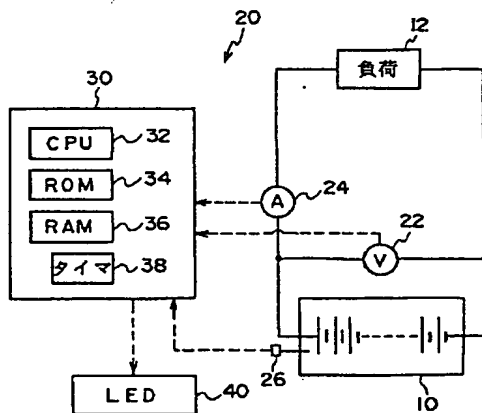
【図6】 サンプリング中の蓄電状態SOCの変動が大きいときの電流Iと電圧Vとの関係の一例を示す説明図である。

【図7】 二次電池10と温度Tと内部抵抗Rとの関係の一例を示すグラフである。

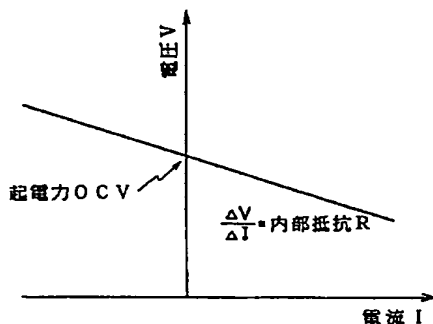
#### 【符号の説明】

10 二次電池、12 負荷、20 二次電池の状態検出装置、22 電圧計、24 電流計、26 温度センサ、30 電子制御ユニット、32 CPU、34 ROM、36 RAM、38 タイマ、40 LED。

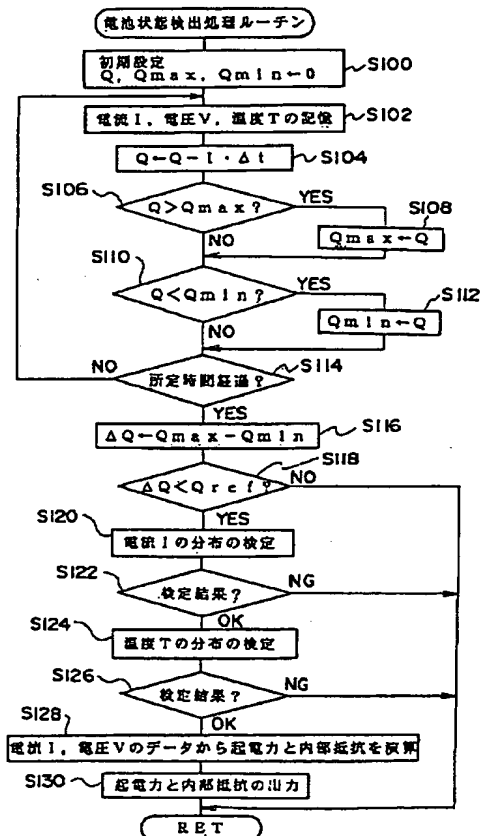
【図1】



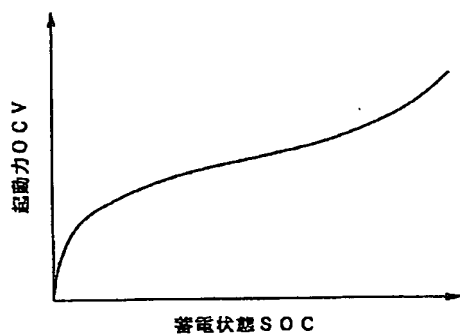
【図3】



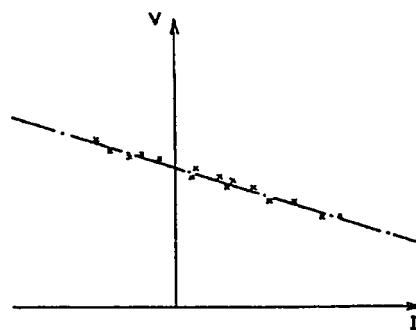
【図2】



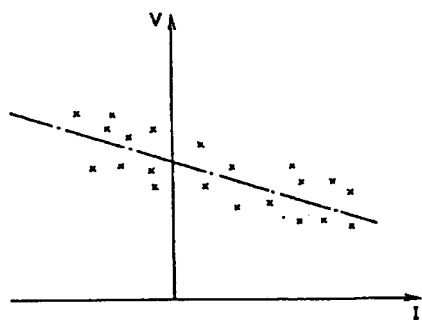
【図4】



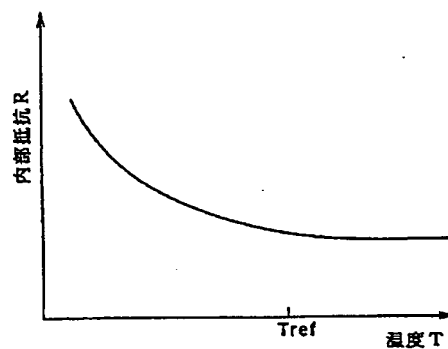
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G016 CA00 CB06 CB12 CB31 CC01  
 CC04 CC06 CC24 CC27 CC28  
 CE01 CE02  
 5H030 AA08 AS20 FF22 FF42 FF44  
 FF52